Aus dem Physiologischen Institut der Universität München
Direktor: Professor Dr. Broemser

Methoden zur Messung des Aortenquerschnittes und ihre Ergebnisse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Max Künanz

Zahnarzt aus Bernsdorf

1938

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München.

Referent: Dozent Dr. Karl Wetzler

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Febr. 1938

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554005_0024

Schon verhältnismäßig früh beginnt man auf die Bedeutung des Aortendurchmessers in der Medizin aufmerksam zu werden; so weist bereits im Jahre 1878 Wilhelm Beneke in seiner Schrift: „Die anatomischen Grundlagen der Konstitutionsanomalien" auf die Wichtigkeit der Kenntnis des genauen Aortenquerschnittes hin. Auch Paget, Rokitansky, Virchow betonen dies, und Burgery, Claude Bernard u. a. stellen als erste Ergebnisse fest, daß eine stete gesetzmäßige Zunahme des Aortenumfanges von der Jugend bis ins hohe Alter zu beobachten sei, beeinflußt von Geschlecht, Gewicht etc.

Erste exakte Messungen bringt schließlich Wilhelm Beneke; und Valerie Schiele-Wiegand 1880, Suter 1897 (an 2731 Fällen), Olaf Scheel, ferner Kasichi Kani 1910 und die russische Ärztin Hwiliwitzkaja bestätigen den Zusammenhang des Umfangs mit Alter, Geschlecht, Gewicht und Größe.

In neuerer Zeit fand Kreuzfuchs (1—5), wie Carmelich und Gortan, — mit seiner Aortenösophagusdistanzmethode — eine gleichbleibende gesetzmäßige Zunahme des Durchmessers vom 20. bis zum 70. Lebensjahr. Und zwar stellte er fest, daß die Aorta vom 20. Lebensjahr an pro Dezennium um 2 Millimeter zunimmt und mit 70 Jahren 30 Millimeter Durchmesser erreicht. Nach einer Untersuchung von weiteren ca. 1000 Patienten konnte Kreuzfuchs dann sein Gesetz — in Übereinstimmung mit den Anatomen und mit Carmelich und Gortan — noch ergänzen. Er fand, daß bei Frauen gleichen Alters und gleicher Größe der Aortendurchmesser um etwa 1 Millimeter kleiner als beim Mann ist und pro 10 cm Größe um einen Millimeter zunimmt, von 165 cm aufwärts gerechnet. Dabei spielt natürlich auch manchmal das Gewicht eine Rolle, und zwar besonders bei dicken Frauen über 40 Jahre.

Bei der ersten von Kreuzfuchs vorgeschlagenen Methode zur Aortenmessung wird der durch die Portio sagittalis aortae eingedellte Ösophagusrand durch Honigbariumpaste kenntlich gemacht. Da man auf der anderen Seite das links der Wirbelsäule sichtbare

Aortensegment angegeben hat, — wie Vaquez und Bordet, und unabhängig von ihnen auch Kreuzfuchs nachgewiesen haben, handelt es sich bei diesem Aortensegment um ein Kreissegment — ergibt sich somit der Aortendurchmesser, wobei allerdings die Stärke der Ösophaguswand mitgerechnet wird, die man mit ungefähr 2 Millimeter berechnet. Nach Carmelich-Gortan ist diese Methode in 90% aller Fälle beim Erwachsenen anwendbar, und E. Zdansky bezeichnet sie sogar als die exakteste Methode zur Messung der Aorta, wenn sie auch die Dicke der Ösophaguswand mitmißt.

Bedeutend einfacher ist die zweite von Kreuzfuchs angegebene Methode, die Messung mittels transparenter Kreise. — Bei allen diesen Methoden handelt es sich natürlich um Messungen der Portio sagittalis partis superioris aortae, d. h. um den sog. Aortenbogen. Kreuzfuchs schreibt dazu:

„Entgegen einer weitverbreiteten Ansicht verläuft das Verbindungsstück zwischen Pars ascendens und Pars descendens aortae nach vollendetem Wachstum nicht in Form eines schräg von rechts vorn nach links hinten gerichteten, kranialwärts konvexen, gewölbeförmigen Bogens, sondern in Form eines horizontalen Kniestückes mit einem frontalen prätrachealen, und einem sagittalen paratrachealen linksseitig gelegenen Schenkel, der zwischen Trachea, Ösophagus, dem vorderen und linksseitigen Wirbelrand einerseits, und der mediastinalen Fläche der linken Lunge andrerseits gewissermaßen eingezwängt ist."

Würde es sich bei dem Aortenbogen um einen von rechts vorn nach links hinten gerichteten Bogen handeln, wären die Messungen natürlich einfach, da das Röntgenbild dann einen regelrechten Kreis mit dem richtigen Aortendurchmesser angeben würde. Die Schwierigkeiten entstehen vielmehr durch die schlecht sichtbare und sich durch verschiedenste Einflüsse ändernde Lage; z. B. ist die Aorta in vitam ganz anders gelagert als post mortem. H. Dietlen (12) sowie Vaquez und Bordet (9) erkennen auch Differenzen der Lage im Stehen und Liegen. Sie finden, daß im Liegen z. B. die Aorta nach aufwärts und nach links rückt. Läßt man nun ad maximam exspirieren, so hebt sich die Aorta vom 5. zum 4. Brustwirbel und rückt manchmal ganz aus dem Brustwirbelschatten. Im Stehen dagegen kommt für gewöhnlich bei ruhiger Atmung ca. ein Drittel des

Zylinders links vom linken Wirbelrand zu liegen. Das Röntgenbild zeigt daher gewöhnlich ein Aortenkreissegment. Hier kann man nun die Aortenmeßmethode mittels transparenter Kreise anwenden, wie sie Siegmund Kreuzfuchs vorschlägt. Sie hat gegenüber seiner anderen Methode den Vorteil, daß der Patient keine Paste schlucken muß, und bei den Messungen das Mitrechnen der Ösophaguswandstärke wegfällt.

Da das links der Wirbelsäule sichtbare Aortensegment nach Vaquez und Bordet ein Kreissegment ist — das, wie Carmelich und Gortan an 180 von 200 Fällen bestätigt fanden, im Laufe der Jahre zunimmt — ist eine Messung dieses Kreissegmentes ohne weiteres mittels Zirkel, mathematisch oder durch Auflegen transparenter Kreise zu messen. Letzteres wendet Kreuzfuchs bei seinen Messungen an, da die Zahl der Kreise, die hierbei in Betracht kommen, eine beschränkte ist, und ein zeitraubendes Suchen, wie es beim Vorrätighalten einer großen Zahl von Kreisen der Fall wäre, wegfällt. Notwendig sind Kreise von 18—35 Millimeter mit je 1 Millimeter Zwischenraum, von 36—46 Millimeter mit je 2 Millimeter Zwischenraum, und von 46—62 Millimeter mit je 4 Millimeter Differenz. Außerdem sind für verkleinerte Röntgenbilder noch Kreise von 6—14 Millimeter nötig. Damit ist ein Berechnen des Durchmessers überall möglich. Zur Kontrolle führte Kreuzfuchs vergleichende Messungen mit seiner Aortenösophagusdistanzmethode und mit seinen transparenten Kreisen durch und bekam dabei Übereinstimmung bis auf 2 Millimeter, die teils durch die Ösophaguswandstärke, teils durch Zeichenfehler gegeben waren. Nach seiner Auffassung genügt diese Methode, wenn auch nur der obere Teil des Kreissegments, und zwar bis zum Abgang der schattigen Aorta descendens einem Kreis genau entspricht. Weiß man z. B. bei alten Bildern den Grad der Verkleinerung und den Abstand Fokus: Platte, so kann man auch aus jeder dieser Aufnahmen mühelos den Aortendurchmesser bestimmen. Außerdem kann man, falls die Trachea nicht eingezeichnet ist, mittels Auflegen der transparenten Kreise mit großer Sicherheit die topographischen Verhältnisse ablesen. Ferner sieht man auch den Abstand des sichtbaren Aortenteiles vom Wirbelrand und die Bogenhöhe. Es ist dies wichtig zur Stellung der Differentialdiagnose z. B. bei Abdrängung der Aorta

durch ein tiefgelagertes Struma etc. — Nach Kreuzfuchs' Feststellungen liegt gewöhnlich ein Drittel bis ein Sechstel der Aorta frei.

Den reduzierten Durchmesser bei einer Zentralprojektion erhält man nach Siegmund Kreuzfuchs, indem man die gefundene Größe mit einem Bruch multipliziert, dessen Nenner dem Abstand Fokus: Schirm oder Fokus : Platte entspricht, dessen Zähler aber 10 cm kleiner ist. Hat also bei einer Aufnahme der deckende Kreis bei 60 cm Distanz 30 Millimeter Durchmesser, so beträgt der Reduktionsbruch $^{50}/_{60}$ oder $^{5}/_{6}$, der reduzierte Durchmesser ist also 25 Millimeter; bei 50 cm Distanz beträgt der Umrechnungsfaktor $^{4}/_{5}$, bei 150 cm $^{14}/_{15}$ und so fort. Kreuzfuchs hat nun Umrechnungstabellen aufgestellt für Kreise von 20—60 Millimeter, die ein praktisches Hilfsmittel sein sollen.

„Die Reduktion ist in Analogie des reduzierten Auges vorgenommen, wobei eine Entfernung des Isthmus aortae vom Schirm bezw. von der Platte von 10 cm angenommen ist." Die Aortenösophagusdistanzmethode bestätigt die Richtigkeit dieser Reduktion.

Zur ganz exakten Messung empfiehlt Kreuzfuchs:

„Mache eine Aufnahme oder eine Zeichnung des Aortenkuppenbildes (ein von Kienböck gebrauchter Ausdruck) bei möglichst enger Blende, vergesse nicht die Trachea und fülle die Speiseröhre mit Honigbariumpaste, — die nicht nur gut schmeckt und gut haftet, sondern auch noch haltbar ist und daher in Vorrat gehalten werden kann."

Kreuzfuchs denkt auch an eine Altersbestimmung an Aortenröntgenogrammen von Lebenden und post mortem vermittels einer geometrischen Meßmethode, ausgehend davon, daß die Aorta vom 20. Lebensjahr pro Dezennium um 2 Millimeter zunimmt und mit 70 Jahren 31 Millimeter Durchmesser erreicht. Die Erweiterung der Aorta mit zunehmendem Alter betonen auch Vaquez und Bordet und finden dafür in vitam im Stehen folgende Werte: vom 16.—20. Lebensjahr 10—20 Millimeter, vom 20.—30. Jahr 20 Millimeter, vom 30.—40. Jahr 20—25 Millimeter, vom 40.—50. Lebensjahr 25—28 Millimeter, vom 50.—60. Jahr 25—30 und schließlich vom 60. Jahr aufwärts 30—35 Millimeter. Um seine Resultate bei Messungen anderer Aortenabschnitte verwerten zu können, vergleicht Kreuzfuchs die Stärke der Aorta ascendens mit der des

Aortenbogens und kommt zu dem Ergebnis, daß sich Aorta ascendens und der Aortenbogen verhalten wie 4 : 3. R. Lenk, der diese Ergebnisse nachprüft, findet, daß die Aorta ascendens um 5—7,5 Millimeter, seltener bis 10 Millimeter breiter ist als die Pars superior am Übergang in die Aorta descendens.

Eine weitere Schwierigkeit bei diesen — von Pendič als einzig brauchbaren bezeichneten — Methoden ist nun, daß man sie zwar zu Kreuzfuchs' Altersbestimmungen in vivo, nicht aber post mortem verwenden kann, da sich ja die Aorta nach dem Tode — nach Suter auf ¾ — zusammenzieht, wobei noch unberücksichtigt bleibt, ob es sich um eine jugendliche und elastische Aorta handelt, oder um die eines älteren Individuums, welche letztere natürlich nicht mehr die gleiche Kontraktionsfähigkeit besitzt. Kreuzfuchs schlägt vor, in Krankenhäusern an Schwerkranken 2 Messungen, je eine vor und nach dem Tode zu machen, — wie es der Amerikaner S. Pann bereits gemacht hat — um auf diese Weise zu einer Umrechnungsformel für die Messungsergebnisse in vitam auf die post mortem zu kommen, ein Vorschlag, den er besonders für die Gerichtsmedizin macht.

In diesem Zusammenhang bezeichnet es Kreuzfuchs übrigens als für die Ergebnisse unwichtig, ob die Messungen bei dem betreffenden Individuum in aufrechter Haltung, oder auf dem Bauch oder Rücken liegend vorgenommen werden. Er habe Messungen in In- und Exspiration in allen Lagen vorgenommen und wenig oder keine Differenz gefunden.

Vaquez und Bordet sind besonders an die Frage herangegangen, die exakten Maße der Aorta unterhalb des Aortenknopfes festzustellen. Zur „volumetrischen Analyse" der Aorta wollen sie in drei Dimensionen messen:

1. Im ersten schrägen Durchmesser soll die Breite (der Aorta ascendens) ermittelt werden.
2. Am Sagittalorthodiagramm soll der Querdurchmesser des Aortenbogens festgestellt werden.

Dazu erläutern sie:

„Der Aortenschatten ist rechts oben über dem rechten Vorhofschatten sichtbar. Die Aortenwurzel wird an ihrem medialen Rande

von der Pulmonalarterie beträchtlich überdeckt. An ihrem lateralen Rande legt sich zwar der rechte Vorhof bezw. das Herzohr etwas über das Gefäß. Es wird hierdurch jedoch nur ein unbeträchtliches Stück verdeckt. Die Aorta ascendens verläuft dann in sanft auswärts gebogener Linie zum Arcus. Ihr lateraler Rand überragt in vivo die Vena cava beim erwachsenen herzgesunden Menschen stets. Schließlich geht sie in den Aortenbogen über, der von rechts vorn nach links hinten zieht — eine Ansicht, die Kreuzfuchs bekanntlich entschieden ablehnt — und in die Aorta descendens einmündet. Während die aufsteigende Aorta rechts neben der Körpermittellinie verläuft, ist die absteigende Aorta in ihrem Anfangsteil links derselben gelagert. Der laterale Rand der Descendens ist unterhalb des Arcus noch eine Strecke in den an den Aortenbogen anstoßenden Pulmonalbogen bezw. -schatten zu verfolgen, verschwindet aber bald vollkommen. Im allgemeinen kann man sagen, daß im Orthodiagramm des sagittalen Herzbildes die Aorta descendens nicht wesentlich randbildend ist. Nur so weit sie an der Bildung des Aortenbogens beteiligt ist, hilft sie zur Bildung der Schattenkonturen. Sichtbarbleiben der Descendens ist vermutlich stets ein pathologisches Symptom, oder mindestens ein Alterssymptom.

Wir können also sagen, daß die Linien der beiden größten Entfernungen des rechten oberen (des sog. Gefäßbogens) und des linken oberen Bogens (des sog. Aortenbogens) von der Mittellinie der orthodiagraphisch gewonnenen Herzgefäßsilhouette etwa dem Durchmesser von Aorta ascendens plus Aorta descendens entspricht. Benennen wir die beiden Größen in Anlehnung an die für die Herzmessung nach Moritz gebräuchlichen Maße als Aortenmedianabstand rechts und links (AMr und AMl), so wäre die Summe beider als Transversaldurchmesser des Aortenschattens im sagittalen Orthodiagramm (AT) zu bezeichnen. Die Hälfte dieser Summe (1/2 AT) gibt nun den ungefähren Durchmesser des Anfangsteiles der Aorta an."

3. wollen sie am sagittalen Orthodiagramm die Sehne des Aortenbogens messen, d. h. die Linie, die sie erhalten, „wenn sie den Punkt, in welchem die konvexe Randlinie des Aortenbogens den Mediastinalschatten verläßt und sich eben in dem linken Lungenfeld

abhebt, verbinden mit dem Schnittpunkt des Aortenbogens mit dem Pulmonalarterienbogen."

Zu dieser Methode von Vaquez und Bordet hat Dr. Franz Groedel (7) Stellung genommen. Er hann weder die Methode noch die Resultate anerkennen.

Ad 1 schreibt Groedel, daß im schrägen Orthodiagramm die Verhältnisse viel zu schwer zu übersehen seien, als daß eine exakte Messung möglich wäre.

Ad 2: „Es ist jedem, der mit der Anatomie des Aortenbogens vertraut ist, klar, daß dieses Maß in gar keiner Relation zum anatomischen Aortenbogen stehen kann, denn gerade zurFrontalebene des Körpers, also im sagittal projizierten Schattenbild der Brustorgane, verläuft der Aortenbogen sehr ungünstig, etwa in einem halben rechten Winkel, und wird daher stark verkürzt projiziert."

Ad 3 ist er der Meinung, daß durch die vielen Verlaufsvarietäten eine exakte Messung praktisch undurchführbar sei.

Zur orthodiagraphischen Meßmethode nimmt auch Bickenbach (6) Stellung. Nach seiner Ansicht genügt zwar die Orthodiagraphie den klinischen Anforderungen zur Messung der Aorta, birgt aber zu viele subjektive Fehlerquellen, um als physikalische Meßmethode in Frage zu kommen. Lauber (10), der sich ebenfalls mit diesem Problem beschäftigte, gelang es, durch Aufnahme der Aorta descendens im 2. schrägen Durchmesser genaue Werte zu bekommen und die Schwierigkeiten zu umgehen, die daraus entstanden, daß sich Ascendens und Descendens nie ganz deckten. Durch Verbesserung seines Aufnahmegerätes und durch gleichzeitige Kontrollregistrierung eines Elektrokardiagramms erreichte er auch eine genaue zeitliche Übereinstimmung des Aufnahmemomentes mit der Aortensystole und -diastole.

Bickenbach hat nun nach der Methode von Stumpff (11) die Aorta ascendens im Querschnitt und Durchmesser gemessen. Es gestattet ihm in den meisten Fällen die kymographische Methode, den systolischen und diastolischen Durchmesser der Aorta abzulesen, da ja die pulsatorischen Schwankungen des Organrandes genau dargestellt sind.

Der Arbeitsgang bei seiner Methode ist folgender:

Im Strahlengang, hinter dem Patienten und unmittelbar vor dem

Film, ist der von Stumpff konstruierte Bleiraster angebracht mit 0,5 Millimeter breiten Schlitzen in 12 Millimeter Abstand voneinander. Um diesen Schlitzabstand von 12 Millimeter wird während einer Belichtungszeit von 3 Sekunden der Raster gesenkt. Dabei werden natürlich kontinuierlich die Organränder aufgezeichnet, wobei sich zeigt, daß die Aorta steil ansteigende, spitze herzsystolische Dehnung und weniger steil abfallende diastolische Verengerung erfährt. Sie zeichnet sich dadurch vor den Venen mit ihren mehr abgerundeten pulsatorischen Bewegungen aus. Als weitere interessante Tatsache kann man fernerhin feststellen, daß die Bewegungen des hinteren (der Wirbelsäule zugewandten) Aortenrandes zwar phasengleich, nicht aber formgleich mit denen des vorderen Aortenrandes waren, sondern wesentlich schwächer und stumpfer. Man kann sich dies bei dem anatomisch doch gleichmäßig gebauten Aortenrohr nur mit einer Verschiebung des Organs in seiner Gesamtheit nach vorn zur Brustwand hin erklären, eine Tatsache, die auch schon Vaquez und Bordet feststellten, und die hier auf vielen kymographischen Aufnahmen überzeugend zur Darstellung kommt. Bei allen diesen Aufnahmen lassen sich mit einem Millimetermaß unter einer Lupe ohne weiteres die systolischen und die diastolischen Aortenmaße ablesen. Man darf dabei allerdings nicht vergessen, die Vergrößerung zu berücksichtigen, die durch die Divergenz der die Aortenwände tangential treffenden Röntgenstrahlen erzeugt wird. Man muß zu diesem Zweck den genauen Abstand der Aorta von der Filmebene kennen, der durch die unterschiedliche Brustkorbtiefe der Versuchspersonen, den Stand und die Drehung in den ersten schrägen Durchmesser beträchtlich differiert. Berücksichtigt werden diese verschiedenen Umstände bei der „Kymographie mit wandernder Röhre" nach Stumpff. Es wird hierbei außer der Senkung des Bleirasters während der Belichtungszeit um einen Schlitzabstand, d. h. 12 Millimeter, die Röntgenröhre parallel zu den Schlitzen, also horizontal bewegt, und zwar um 6 cm. Dabei sind Auslösung des Röhrenstromes, horizontale Lageverschiebung der Röhre und die vertikale Rasterverschiebung automatisch miteinander gekoppelt.

In diesen „Wanderkymogrammen" sind nun die Organränder nicht mehr kontinuierlich, sondern sie sind in 12 Millimeter Ab-

ständen stufenweise unterbrochen. Und zwar stellen diese Stufen die Projektionsverschiebung derjenigen Organpunkte dar, die am Anfang und am Ende der Belichtungszeit in Schlitzhöhe lagen. Sie sind hervorgerufen durch die Röhrenverschiebung, und je weiter weg das Organ ist, umso größer sind die Stufen. Es muß sich also die Stufenhöhe aus dem Abstand errechnen lassen. Der Durchmesser ist dann:

$$D_r = \frac{D_k \cdot (a-b)}{a}$$

wobei D_k den auf dem Kymogramm abgezeichneten Durchmesser darstellt, während a der Abstand Röhre : Film und b der Abstand Aorta : Film ist. Bickenbach hat bei seinen Aufnahmen einen Abstand Röhre : Film von einem Meter. Von dem erhaltenen D_r werden noch 10% für doppelte Wanddicke abgezogen, und man erhält darnach den wahren Durchmesser und den Querschnitt in wahren Werten. Auch bei diesen Aufnahmen ist meist nicht mehr Geschicklichkeit als bei einer gewöhnlichen Röntgenaufnahme nötig. Wichtig ist, daß man eine Apparatur zur absoluten Ruhigstellung benützt. Manchmal macht die Deutung des Bildes und vor allen Dingen das Erkennen des hinteren Aortenrandes einige Schwierigkeiten. Da macht sich dann der große Vorteil des Wanderkymogramms bemerkbar, daß es Kontrollmaßstäbe erlaubt:

1. gleiche Projektionsveränderung, also gleiche Tiefenlage beider Ränder
2. gleiche Größe an mindestens 2 Stellen des Kymogramms
3. zeitlich synchron verlaufende Bewegungsmerkmale
4. gleichmäßige Dichteänderung von vorn und hinten
5. arterielle Bewegungsformen.

Diese Methode von Bickenbach bezw. Stumpff ergibt sehr genaue Werte. Auch bei verschiedenen Experimentatoren konnten nur 5% Abweichung festgestellt werden. Leider sind vorläufig diese Wanderkymogramme nur bei gracilen Menschen anzuwenden. Es ist zu hoffen, daß mit stärker zu belastenden Röhren auch noch von adipösen Versuchspersonen befriedigende Resultate erzielt werden können.

Die bei der Deutung manchmal entstehenden Schwierigkeiten sind hauptsächlich:

1. der mitpulsierende Ast des linken Bronchialbaumes. Seine größere parallaktische Verschiebung, d. h. also seine größere Tiefe lassen ihn erkennen.
2. die mitpulsierende vordere Wand der Trachea. Sie kann aber bei richtiger Einstellung der Röhre nur in ihren obersten Teilen täuschen.
3. die Vena cava superior. Sie verrät sich jedoch durch ihre venöse Pulsung.

Auf einigen Aufnahmen lassen sich ganz deutlich Differenzen in der parallaktischen Verschiebung der Projektion feststellen. Bikkenbach findet bei Umrechnung derselben, daß die Aorta ascendens im ersten schrägen Durchmesser ein zylindrisches Rohr darstellt.

Im Gegensatz zu anderen Experimentatoren ergaben die Messungen Bickenbachs überraschend große individuelle Differenzen in den Aortenmaßen auch bei gleichaltrigen und gleichgeschlechtlichen Personen. Die Resultate zeigten, daß man, wie auch Suter sagt, keine Durchschnittswerte für intra vitam bestehende Verhältnisse durch Messungen an Leichen feststellen kann. Der Querschnitt der Aorta im Wanderkymogramm wird errechnet aus dem arythmetischen Mittel von Systole und Diastole, und wird eingesetzt in die von Ranke und Broemser angegebene Formel zur Bestimmung des Minutenvolumens. Die Resultate sind dabei genauer als bei anderen Methoden. Bei 20 gesunden Personen zwischen 20 und 30 Jahren ergeben sie: 50—70 ccm Schlagvolumen (64,5 ccm im Mittel), pro kg 0,97 ccm; Minutenvolumen zwischen 3,4 und 4,8 l, (4,3 l im Mittel), pro kg durchschnittlich 65 ccm.

Die bei 5 Personen an 5 hintereinander folgenden Tagen unter den gleichen Bedingungen gemachten Bestimmungen ergaben eine Differenz der Schlagvolumina um ± 10% maximal und für die Minutenvolumina nur ± 4% maximal.

Sehr stark differierten dagegen die hämodynamischen Einzelfaktoren, wie Systolen- und Diastolendauer, Blutdruckamplitude etc., während das Gesamtergebnis fast gleich blieb. Es offenbart sich

daraus, welche Vielseitigkeit der Regulationsmechanismen dem Körper zur Verfügung stehen, um den Endeffekt zu erreichen.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Dozent Dr. Karl Wetzler für die freundliche Überlassung des Themas und seine wertvollen Anregungen danken.

Literaturverzeichnis.

1. Kreuzfuchs: Aortenmessung und ihre physiologisch-klinische Bedeutung. Münchn. med. Wschr. 1936/17.
2. — Aortenisthmusmessungen mittels transparenter Kreise. Med. Kreise. Med. Klin. 1935, Bd. 39.
3. — Honigbarium zur aortometrischen Ösophagusfüllung. Münchn. med. Wschr. 1935, Nr. 34.
4. — Altersbestimmung an Aortenröntgenogrammen von Lebenden und post mortem vermittels einer geometrischen Aortenmeßmethode. Wien. klin. Wschr. 1935, Nr. 44.
5. — Med. Klinik 1920, S. 38 und 1921, S. 1011.
6. Bickenbach: Beitrag zur unblutigen Schlagvolumenbestimmungsmethode nach Broemser u. Ranke. Archiv f. klin. Medizin 1931, Bd. 171, Heft 6.
7. Groedel: Die Dimensionen des normalen Aorten-Orthodiagramms. Berl. klin. Wschr. 1918, Nr. 14.
8. Reich: Fortschr. Röntgenstr. 1926, Band 34.
9. Vaquez u. Bordet: Herz und Aorta. Dtsch. Übersetzung von Zeller. Thieme 1916.
10. Lauber: Über die Blutströmungsgeschwindigkeit in den Arterien des Menschen. Ztschrift f. d. ges. exper. Medizin Jhg. 1929, Bd. 64 und 1927, Bd. 58, Heft 3.
11. Stumpff-Pleikert: Röntgenkymographische Bewegungslehre von Stumpff, A. H. Weber und G. A. Weltz.
12. Dietlen: Herz und Gefäße. 1923.

Lebenslauf.

Am 11. Februar 1914 wurde ich als Sohn des Dachdeckermeisters Gustav Künanz in Bernsdorf geboren. Nach 4jährigem Besuch der ev. Volksschule Bernsdorf trat ich in die Sexta der Aufbauschule zu Bernsdorf ein. Zu Ostern 1933 legte ich am Hindenburg-Realgymnasium zu Senftenberg, wohin ich 1927 gekommen war, meine Reifeprüfung ab. Nach halbjährigem freiwilligem Arbeitsdienst im Werkhalbjahr 1933 begann ich im Wintersemester 1933/34 das Studium der Zahnheilkunde an der Universität München. Die zahnärztliche Staatsprüfung bestand ich im Herbst 1937.